Aus der Pathologisch-Physiologischen Abteilung an der Universität Berlin.
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel.

Selbstversuch über das Übergangsstadium im Ablauf des Betriebstoffwechsels bei Änderung der Nahrungseiweißmischung in qualitativer Hinsicht.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Kurt Tews

aus Berlin

Tag der Promotion: 19. August 1938

Buchdruckerei: Otto Peters, Berlin SW 68, Wilhelmstr. 111

M 188

„Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit gewidmet“

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Siebeck
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Selbstversuch über das Übergangsstadium im Ablauf des Betriebsstoffwechsels bei Änderung der Nahrungseiweißmischung in qualitativer Hinsicht.

Als Maß für den Eiweißumsatz im Körper gilt in der Hauptsache die Größe der Harnstickstoffmenge. Die Stickstoffbilanz orientiert uns darüber, in welchem Umfange der Nahrungsstickstoff im Körper zurückgehalten wird, wobei zu beachten ist, daß Stickstoffretention noch nicht Stickstoffansatz im Sinne der Protoplasmabildung bedeutet. Nun finden sich unter den zur Ausscheidung gelangenden Stoffwechselendprodukten Substanzen, die nicht durchgängig bis zur letzten möglichen Stufe durchoxydiert sind, sondern es werden im Harn größere Mengen mangelhaft oxydierten Materials ausgeschieden. Im normalen Harn finden sich schon zahlreiche stickstoffhaltige und stickstoffreie Bestandteile dieser Art und erst recht gilt dies für pathologische Verhältnisse. Also spielt die Qualität der Oxydationen eine große Rolle. So ist u. a. die Harnkohlenstoffmenge ein Maß für kohlenstoffhaltige Stoffe, deren Kohlenstoff nicht bis zur Kohlensäure verbrannt wurde. Man bezeichnet mit Spiro (1) diese ganze mangelhaft oxydierte Substanz als die dysoxydable Harnsubstanz. Der Harnkohlenstoffwert gibt aber aus begreiflichem Grunde nur Aufschluß über einen Ausschnitt des Oxydationszustandes. Wenn man feststellt, wieviel Sauerstoff dem Harn zugeführt werden muß, um eine vollständige Oxydation der gesamt gelösten Harnsubstanz zu erzielen, erhält man gewissermaßen eine Generalübersicht. Diesen fehlenden Sauerstoff nannte Müller (3) Vacat-O des Harns. In Experimenten zeigte man nun, daß Beziehungen zwischen dem C und Vacat-0 des Harns bestanden.

Da nun der Eiweißstoffwechsel im Mittelpunkt aller Umsetzungen im Körper steht, berücksichtigte man auch die Stickstoffausscheidung als Maß des Eiweißumsatzes im intermediären Stoffwechsel. Man setzte die Harnbestandteile untereinander in Beziehung und schuf den Kohlenstoffquotienten C:N (Voit, 2) und den Oxydationsquotienten Vacat-0:N (Müller, 3). Je größer der Harnstickstoffwert ist, um so größer ist der Eiweißumsatz in quantitativer Hinsicht. Je kleiner der C- oder Vacat-O-Wert ist, um so besser ist im allgemeinen die Durchoxydierung des zur Verbrennung

gelangenden Materials. Somit deutet also eine niedrige Harnquotientenlage auf erhöhte oxydative Leistungen hin. Bei einer erhöhten Quotientenlage ist das Umgekehrte der Fall. Es handelt sich also um eine Untersuchungsmethode, die über die oxydativen Leistungen des Körpers im intermediären Stoffwechsel in summarischer Weise orientiert. Unter Anwendung dieser Harnanalysen bei Einhaltung einer bestimmten Versuchsanordnung fand nun Bickel (4) zweierlei:

1. Die Beeinflußbarkeit der Lage der Harnquotienten durch einzelne Aminosäuren oder Gemische von Aminosäuren,

2. Die Beeinflußbarkeit der Lage der Harnquotienten durch unterschiedliche Eiweiße oder eiweißhaltige Nahrungsmittel, beides in Abhängigkeit von der Qualität dieser Nährstoffe.

Für diese ernährungsphysiologischen Untersuchungen wurde ein omnivores Versuchstier gewählt: die weiße Ratte. Der individuelle Faktor wurde von vornherein dadurch ausgeschaltet, daß mit 5 oder 10 Ratten gleichzeitig experimentiert wurde. Die Tiere bekamen einen gemeinsamen Stoffwechselkäfig. Ihre Futterration wurde auf das Gesamtgewicht berechnet und gemeinsam verabfolgt. Der Gruppenharn wurde gesammelt und täglich analysiert. Ebenso wurde täglich das Körpergewicht jedes Tieres festgestellt. Am Ende des Versuches wurden dann die Periodenmittelwerte aus den Tageswerten berechnet.

Diese Untersuchungsmethode ergab Querschnittsbilder der Gesamtheit der Stoffwechselvorgänge in Abhängigkeit von der Qualität der verfütterten Aminosäuren oder Eiweiße oder eiweißhaltigen Nahrungsmitteln. Daß bei Nahrungseiweißversuchen im übrigen die Nahrungsgemische möglichst ähnlich oder gleichgemacht wurden, versteht sich von selbst; ebenso daß die Nahrung stets in kalorischer Hinsicht genügte und alle lebenswichtigen Stoffe in hinreichender Menge enthielt. Besonders mußte natürlich der N-Gehalt in zu vergleichenden Nahrungsgemischen identisch sein.

Da die Harnquotientenwerte sich auf die Oxydationslage des Körpers beziehen, ist anzunehmen, daß beim Versuchstier jenseits der Periode stärkeren Körperwachstums und auch beim erwachsenen Menschen die Harnquotientenwerte durch Vorgänge vor allem im Betriebsstoffwechsel bestimmt werden. Denn der Baustoffwechsel spielt ja in einem solchen Körper nur eine untergeordnete Rolle.

Es hat sich nun weiter gezeigt, daß die Harnquotientenwerte nicht nur von der Nahrungseiweißqualität, sondern unter sonst gleichen Bedingungen auch von der Nahrungseiweißquantität abhängen. Bei ausschließlicher Eiweißernährung liegen nach Ka-

nai (5) bei Ratten die Harnquotienten sehr niedrig. Grapentin (6) zeigte ebenfalls an Ratten, daß Eiweißfreiheit der Nahrung eine erhöhte Harnquotientenlage bewirkt.

Bei Versuchen über die Wirkung verschiedener Eiweißarten auf die Harnquotienten muß man daher darauf achten, daß bei Vergleichsversuchen, wenn in einer definierten Nahrung ein Eiweiß durch ein anderes ersetzt wird, dieser Ersatz in stickstoffäquimolekularer Menge geschieht. Von großer Bedeutung ist noch, zu wissen, daß bei Abnahme des Eiweißgehaltes der Nahrung die Erhöhung der Harnquotientenlage vor sich geht, lange bevor die Negativität der Stickstoffbilanz eintritt (Machnitzky, 7). Dies kann als kompensatorische Sparmaßnahme angesehen werden. Also vor Eintritt der Negativität der Stickstoffbilanz macht sich bei allmählicher Einschränkung des Nahrungseiweißes unter Wahrung des erforderlichen Kaloriengehaltes der betreffenden Nahrung eine schrittweise stärker werdende dysoxydative Stoffwechsellage geltend.

Die Beziehungen zwischen der Qualität des Eiweißes und der Oxydationslage des Körpers, wie sie in der Harnquotientenlage zum Ausdruck kommt, sind noch nicht lange bekannt. Wenn man den Kaseïnwert der Harnquotienten als Maßstab nimmt, so gibt es Eiweiße, deren Harnquotientenwerte mit ihm annähernd gleich sind, und andere, deren Harnquotientenwerte ein wenig tiefer oder höher, ja viel höher liegen.

Einzelheiten sind aus nachstehender Tabelle I von Bickel (8) zu ersehen:

Tabelle I.

$\frac{C}{N}$	$\frac{V-O}{N}$	Nahrungsart als Stickstoffträger
–	—	Gelatine
—	—	Rindfleisch
—	—	Hammelfleisch
—	—	Schellfisch
0	0	Kaseïn
0	0	Lactalbumin
0	0	Eiereiweiß
0	0	Edestin
0	0	Weizenklebereiweiß
0	0	Weizenmehl jeder Ausmahlung
0	0	Weizenbrotkrume aus Mehl jeder Ausmahlung
0	0	Vollkornroggenmehl
0	0	Reis, poliert

$\frac{C}{N}$	$\frac{V-O}{N}$	Nahrungsart als Stickstoffträger
0	0	Hirse
0	0—+	Hefe
0	0—+	Schweineschinken (roh und geräuchert)
0	0—+	Süßlupine
0	0—+	Sojabohne
0	0—+	Haselnuß
0	+	Emmentaler Käse
0—+	+	Vollkornroggenbrotkrume
0—+	+	Knäckebrot
0—+	+	Kommisbrot
0—+	+	Linsenmehl
0—+	+	Erbsenmehl, gelb
+	+	Stockfisch
+	+	Bohnenmehl, weiß
+	+	Roggenmehl, Ausmahlung unter 80%
+	+	Roggenbrotkrume aus Mehl unter 80%
+	+	Gerstenmehl (handelsüblich)
+	+	Weizenkeimling
+	+	Spinat [1]
+	+	Grünkohl [1]
+	+	Weißkohl [1]
+	++	Roggenkleie
+	++	Weizenkleie
+	++	Karotten [1]
+	++	Hafermehl
++	+++	Kartoffelmehl [1] [2]
+++	++++	Bohnen, grün [1]
+++	++++	Steinpilze [1]

Anmerkung [1]: Aus versuchstechnischen Gründen mußten die Blatt- und Wurzelgemüse und Pilze als Trockengemüse bei der Nahrungszubereitung verwandt werden. Die Trocknung erfolgt bei sehr langsam ansteigender Temperatur bis maximal 50 Grad Celsius unter gleichzeitiger Anwendung eines Frischluftstromes und Absaugen derselben mit einem Exhauster durch die Firma Rudolf Scheller, Hildburghausen in Thüringen.

Anmerkung [2]: Neben den Trockenkartoffeln oder Kartoffelflocken wurde auch ein auf dem Wasserbade vorsichtig getrockneter Brei aus frischen geriebenen Kartoffeln benutzt. — Alle Diäten wurden in Breiform den Ratten verabfolgt. Mit Ausnahme der Vitaminträger: Butter, Lebertran, Zitronen- oder Apfelsinensaft waren ihre Bestandteile zu diesem Brei mit Wasser aufgekocht worden, dem nach Erkalten die Vitaminträger zugemischt wurden. Jedes Versuchstier erhielt täglich die 1 g Kaseïn entsprechende Stickstoffmenge.

Erklärung der Zeichen:

— Die Harnquotientenlage ist niedriger als die des Kaseïns.
0 Die Harnquotientenlage ist entsprechend wie die des Kaseïns.
+ Die Harnquotientenlage ist höher als die des Kaseïns.

Es ist jetzt in zahlreichen Versuchen an Ratten eindeutig festgestellt worden, daß bei Einhaltung einer genau bestimmten Versuchsanordnung, die oben kurz erläutert worden ist, unter Benutzung der Bestimmung der Harnquotienten C:N und Vacat-0:N folgende Verhältnisse obwalten: Unterschiedliche Eiweiße oder eiweißhaltige Nahrungsmittel haben eine unterschiedliche Wirkung auf den Ablauf des Betriebsstoffwechsels, wenn jeweils eines von ihnen den gesamten Nahrungsstickstoffträger in der gemischten Nahrung darstellt. Diese Erkenntnis legte den Gedanken nahe, zu untersuchen, wie sich der Ablauf des Betriebsstoffwechsels gestaltet, wenn ein bestimmtes Nahrungseiweiß durch ein anderes in stickstoffäquimolekularer Menge 100prozentig ausgetauscht wird. Es wird dabei zunächst einmal vorausgesetzt, daß den zur Untersuchung verwandten Eiweißen bzw. eiweißhaltigen Nahrungsmitteln unterschiedliche Harnquotientenlagen anhaften, wenn jeweils eins von ihnen allein den Nahrungsstickstoff liefert. Eine andere Frage ist, festzustellen, wie unter den gleichen Voraussetzungen die Vorgänge sich im Betriebsstoffwechsel gestalten, wenn das eine Nahrungseiweiß nur partiell in stickstoffäquimolekularer Menge durch ein anderes ersetzt wird. Selbstverständlich ist bei allen diesen Vergleichsversuchen, abgesehen von der unterschiedlichen Art des Nahrungseiweißes, daß die zu vergleichenden Diäten so ähnlich wie möglich sind, da einer Identität oft genug unüberwindliche technische Schwierigkeiten entgegenstehen.

Die Aufgabe, die mir in dieser Arbeit gestellt worden ist, war, zu untersuchen, wie dieser eben beschriebene teilweise Ersatz des Eiweißes sich auf die Gestaltung der Harnquotienten auswirkt

Unter anderem hatten Rattenversuche ergeben, daß beim partiellen Nahrungseiweißaustausch gewöhnlich nicht sofort derjenige Zustand im Stoffwechselablauf erreicht wird, der der neu hergestellten Eiweißmischung entspricht. Es verstreicht vielmehr gewöhnlich eine gewisse Zeit, bis nach Vornahme der Mischung die Stabilisierung der gesamten Stoffwechsellage auf dem zu dieser Mischung gehörenden Niveau erreicht ist. Nur ausnahmsweise hat sich schon am 2. oder 3. Tag nach der Vornahme der Eiweißmischung die Stoffwechsellage auf dem neuen Niveau in endgültiger Weise eingestellt. Meist vergeht längere Zeit, eine Woche, mitunter auch zwei bis drei Wochen, bis dieser Zustand erreicht ist. Bickel (9) hat diese Zwischenperiode als das Uebergangsstadium im Betriebsstoffwechsel bezeichnet. Er hat in einer kürzlich erschienenen Ar-

beit (9) auseinandergesetzt, wie vielgestaltig dieses Uebergangsstadium sein kann. Es ist abhängig vom Mischungsverhältnis, von der Reihenfolge der Mischung und vor allen Dingen von der Qualität der gemischten Eiweiße. Auch der endgültige Zustand zeigt vor allem eine Abhängigkeit von der Qualität und von dem Mischungsverhältnis der gemischten Eiweiße. Alle diese Beobachtungen über das Uebergangsstadium sind bisher nur im Tierversuch gemacht worden.

Sollen diese Erkenntnisse aber auch für die Klinik Bedeutung haben, so ist es notwendig, zumindest durch Stichproben im exakten Stoffwechselversuch am Menschen nachzuweisen, daß für ihn dasselbe zutrifft, was bei den Tierversuchen gefunden wurde.

Bei den Rattenversuchen ist man, um ein Beispiel herauszugreifen, folgendermaßen vorgegangen: In der 1. Periode war das Nahrungseiweiß ein mit einer hohen Quotientenlage verbundenes Pflanzeneiweiß, z. B. das der Kartoffel. In der 2. Periode wurde dann $^2/_3$ des Kartoffelstickstoffes durch Kaseïnstickstoff ausgetauscht. Der endgültige Harnquotientenwert lag dann sogar tiefer, als es dem Kaseïn zusteht. Es werden in dieser Erscheinung offenbar potenzierte Wirkungen in der Wirkungsrichtung des Eiweißes mit niedriger Harnquotientenlage sichtbar. Oder aber man verwandte an Stelle des Kaseïns Weizenklebereiweiß, das an sich schon eine Eiweißmischung aus Gliadin und Glutenin darstellt, wie ja auch in der Kartoffel der Haupteiweißstoff Tuberin noch Begleiteiweiße besitzt. Wenn die Kartoffel Nahrungsstickstoffträger ist, liegen die Harnquotienten hoch, ist aber Kaseïn oder der Weizenkleber der Nahrungsstickstoffträger, so liegen die Harnquotienten niedrig. Es hat sich nun bei den Rattenversuchen gezeigt, daß schon ein 50-prozentiger Ersatz und erst recht ein 66,6prozentiger Ersatz des Kartoffelstickstoffes durch Kaseïn- oder Weizenkleberstickstoff genügt, um die Harnquotientenlage annähernd den niedrigen Wert erreichen zu lassen, den sie hatten, wenn Kaseïn oder Weizenklebereiweiß jeweils der alleinige Nahrungsstickstoffträger ist.

Bei Ratten bereitet es gewiß keine Schwierigkeit, die Tiere mit soviel vegetabilischer Nahrung zu füttern, daß ihr täglicher Eiweißbedarf in ausreichender Weise gedeckt ist. Wenn man als optimale Eiweißernährung für den 70 kg schweren Menschen 70 bis 80 g Eiweiß als Tagesration annimmt, so ist es unmöglich, einen Menschen längere Zeit weder mit einer einzelnen pflanzlichen Nahrung noch mit einem Gemisch pflanzlicher Nahrungsmittel zu ernähren, worin 70 bis 80 g Eiweiß enthalten sind. Ein diesbezüglicher kurzfristiger Versuch wurde unlängst in dem hiesigen Laboratorium von

Stephani (11) gemacht. Dieser Versuch wird später veröffentlicht werden. Es zeigte sich dabei was jedem in dieser Hinsicht erfahrenen Arzte auch schon bekannt war, daß eine längere Ernährung mit derartig großen Mengen Pflanzenkost zu den allerschwersten Darmstörungen führt, wobei eine Ileusgefahr keineswegs ausgeschlossen erscheint. Wenn man nun den Eiweißgehalt der Nahrung herabsetzt, wie es bei der üblichen rein vegetabilischen Ernährung immer der Fall ist, und ihn auf etwa 40 g normiert unter Wahrung des normalen Kaloriengehaltes und einer bestimmten nach den Harnquotientenbeziehungen sich richtenden Eiweißmischung in der Nahrung, dann tritt folgendes ein: Durch diese quantitative Eiweißunterernährung, bei der annähernd Stickstoffgleichgewicht oder manchmal sogar auch eine schwache Positivität der Stickstoffbilanz auf längere Sicht hin gewahrt bleiben kann, wird die Harnquotientenlage erhöht. Petrides (10) hat das jüngst in einem Selbstversuch nachgewiesen und gezeigt, daß sich der Mensch in dieser Hinsicht analog den Ratten verhält.

Diese hohe Harnquotientenlage wird nun genau wie beim Tier auch beim Menschen nicht herabgedrückt, wenn man als Nahrungseiweiß die bei der vegetabilischen Ernährung übliche Pflanzeneiweißmischung quantitativ erhöht, z. B. auf 70 g für den 70 kg schweren Menschen, da eine solche Eiweißmischung eben in der Hauptsache aus eiweißhaltigen Nahrungsmitteln besteht, denen auf Grund ihrer Qualität sowieso eine hohe Harnquotientenlage anhaftet. Das hat eben der oben erwähnte, noch unveröffentlichte Versuch von Stephani am Menschen gezeigt. Wir ersehen also daraus, daß ein doppelter Grund für eine Hochlage der Harnquotienten vorhanden ist, wenn man eine gemischte vegetabilische Nahrung mit wenig Eiweiß zu sich nimmt. Auf eine solche Kostform, in der Hafermehl, Kartoffeln, grüne Bohnen, Steinpilze und Knäckebrot die hauptsächlichsten Nahrungsstickstoffträger sind und bei der die Harnquotienten hoch liegen, bezieht sich der Stephanische Versuch. Sie liegen danach auch dann hoch, wenn keine quantitative Eiweißunterernährung besteht und nur genügend pflanzliche Eiweißträger in der Nahrung vorhanden sind, mit denen eine hohe Harnquotientenlage verknüpft ist. Dies war gerade der springende Punkt bei dem Stephanischen Versuch.

Außerdem hat Kunz (12) an einem Versuchsmaterial von annähernd 400 Menschen gezeigt, daß bei einer Ernährung mit rein vegetabilischer gemischter Kost und bei der ihr anhaftenden quantitativen Eiweißunterernährung mittleren Grades beim Menschen eine Hochlage des Harnquotienten C:N vorhanden ist.

Aus den Befunden aller vorstehend aufgeführten experimentellen

Arbeiten ergab sich die Anordnung für meinen Selbstversuch. In der 1. Periode wählte ich eine gemischte Nahrung, deren Eiweiß im ganzen 45 g betrug; von diesen 45 g waren 21,6 g tierisches Eiweiß, das mit niedriger Harnquotientenlage verkoppelt ist. Dieses tierische Eiweiß nahm ich in Form von Rindfleisch und als Stickstoffsubstanz in der Butter und im Gänseschmalz zu mir. Von den restlichen 23,4 g Eiweiß waren 3,2 g Schokoladeneiweiß, d. h. auf Eiweiß umgerechneter Stickstoffwert aus der Schokolade. Von dieser Schokoladenstickstoffsubstanz ist die mit ihr verkoppelte Harnquotientenlage unbekannt, weil Ratten ein Futter verweigern, das größere Mengen Schokolade oder Kakao enthält. Zumindest waren also 20,1 g Eiweiß in meiner Nahrung von verschiedenen Arten eiweißhaltiger Nahrungsmittel, bei denen für jedes mit Sicherheit an Ratten nachgewiesen ist, daß es eine hohe Harnquotientenlage bedingt, wenn es der alleinige Nahrungsstickstoffträger ist (vgl. Tab. I). Diese Nahrungsmittel waren: Hafermehl, Kartoffelflocken, grüne Bohnen, Steinpilze, Karotten und Knäckebrot. In der 2. Periode ließ ich nun einfach das Rindfleisch aus der Nahrung fort und erhöhte die Menge der letztgenannten vegetabilischen Nahrungsmittel so, daß die 20,6 g Rindfleischeiweiß gedeckt wurden. Gleichzeitig wurde der Kaloriengehalt durch Fett- und Kohlehydratdosierung derart reguliert, daß in beiden Perioden die Nahrung den gleichen Kaloriengehalt hatte. Dabei mußte in der 2. Periode die Schokolade ein wenig erhöht werden, so daß der auf Eiweiß umgerechnete Schokoladenstickstoff der Nahrung 1,0 g mehr ausmacht als in der 1. Periode.

Alles nähere zeigen die Diät-Tabellen.

Tabelle II.

	g	Eiw.	Kal.
Hafermehl	30	4,3	118,5
Kartoffelflocken	35	2,6	122,5
Grüne Bohnen	25	4,75	73,5
Steinpilze	5	1,85	16 —
Karotten	10	0,9	30,5
Knäckebrot	50	5,7	172,5
Rindfleisch	100	20,6	120,—
Summe:		40,7	653,5
Dazu:			
Butter	80	0,8	616
Gänseschmalz	50	0,25	453
Schokolade, bittere	70	3,15	383
Johannisbeergelee	50	0,1	164
Zucker	50	—,—	208
Insgesamt:		45,—	2477,5

Tabelle III.

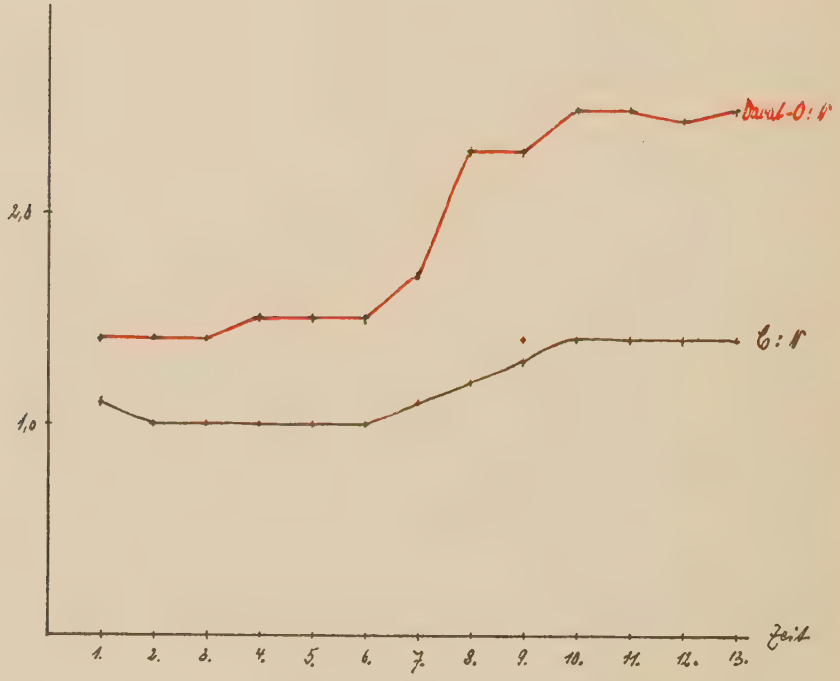
	g	Eiw.	Kal.
Hafermehl	60	8,6	237
Kartoffelflocken	70	5,2	245
Grüne Bohnen	50	9,5	147
Steinpilze	10	3,7	32
Karotten	20	1,9	61
Knäckebrot	100	11,4	345
Summe:		40,3	1067
Dazu:			
Butter	80	0,8	616
Schokolade	90	4,05	493
Johannisbeergelee	30	0,1	98
Zucker	50	—,—	208
Insgesamt:		45,25	2482

In der 1. Versuchsperiode betrug also der Gehalt an Eiweiß mit niedriger Harnquotientenlage annähernd 50% des Gesamteiweißes. In der 2. Versuchsperiode aber bestand praktisch das ganze Nahrungseiweiß aus dem Eiweiß eiweißhaltiger Vegetabilien, die eine hohe Harnquotientenlage bewirken. Dabei muß beachtet werden, daß in der 2. Versuchsperiode keine anderen Vegetabilien verwandt wurden, wie in der 1. Versuchsperiode. Bei dieser Versuchsanordnung konnte ich demnach feststellen, wie sich unter sonst gleichen Verhältnissen beim Menschen die Mischung von tierischem und pflanzlichem Eiweiß zu gleichen Teilen und die Nurpflanzenkost auf die Lage des Harnquotienten auswirkt.

Da bei meiner Eiweißernährung während des ganzen Versuches eine quantitative Eiweißunterernährung mittleren Grades bestand, bei der allerdings, wie eine Ueberschlagsrechnung ergibt, zumindestens für die ganze Versuchsdauer annähernd Stickstoffgleichgewicht vorhanden war, mußte die Lage der Harnquotienten von vornherein erhöht sein. Das war auch der Fall, denn C:N lag bei 1,0 anstatt zwischen 0,6 und 0,9 zu liegen, wie letzteres bei einer gemischten Normalnahrung mit normal hohem Eiweißgehalt der Fall ist, deren Eiweiß zu 50% aus tierischem Eiweiß besteht (Bickel, 8). Auch der Harnquotient Vacat-0:N war unzweifelhaft

leicht erhöht. Als nun das Fleischeiweiß in der 2. Periode durch Pflanzeneiweiß ausgetauscht wurde, gingen beide Harnquotienten langsam in die Höhe und erreichten erst am 4. Tage diejenigen Werte, die sie nun auch bis zum Schluß des Versuches beibehielten.

Siehe graphische Darstellung: Zur besseren Uebersicht sind die Ergebnisse der Versuchsprotokolle in der Abbildung graphisch dargestellt. Auf der Abszisse ist die Zeit in Tagen und auf der Ordinate sind die Harnquotienten ablesbar. Die Zeit vom 6. Analysentag bis zum 10. ist die Uebergangszeit.



Die vier Tage, die die Harnquotienten gebrauchten, um ihren endgültigen Hochstand zu gewinnen, sind das Uebergangsstadium, wie wir es von den Rattenversuchen her kennen. Mein Selbstversuch beweist also an einer Stichprobe, daß in bezug auf das Uebergangsstadium beim Menschen prinzipiell dieselben Vorgänge sich abspielen wie bei den Ratten.

Es folgen die Versuchsprotokolle:

Versuchsprotokolle.

Die Ergebnisse des Versuchsprotokolles während der Diät I.

Analys. Tag	Körpgw. in kg.	24 stünd. Harnmg. i. ccm	C i. g.	Vacat-O i. g.	N i. g.	C:N	Vacat-O:N
1.	75	500	6,68	8,39	6,03	1,11	1,39
2.	75	625	6,84	10,02	7,04	0,97	1,42
3.	75	625	6,82	10,09	7,08	0,96	1,43
4.	75	830	7,45	11,35	7,60	0,98	1,49
5.	75	620	6,76	9,97	6,85	0,98	1,46
6.	75	680	6,95	10,98	7,31	0,95	1,50
Periodendurchschnittswerte:			6,91	10,13	6,98	0,99	1,45

Die Ergebnisse des Versuchsprotokolles während der Diät II.

7.	75	800	7,84	12,55	7,20	1,09	1,74
8.	75	805	6,26	11,43	5,07	1,23	2,25
9.	75	1045	6,41	11,08	4,93	1,30	2,25
10.	75	820	6,43	11,87	4,68	1,37	2,54
11.	75	725	6,11	11,10	4,49	1,36	2,47
12.	75	725	6,16	11,13	4,57	1,35	2,44
13.	75	1140	6,71	12,59	4,95	1,36	2,54
Periodendurchschnittswerte:			6,56	11,68	5,13	1,28	2,28

Versuchsbesprechung.

Bei einer Betrachtung der Harnanalysen fällt die leichte Hochlage von C:N am ersten Analysentage auf. Sie rührt vielleicht daher, daß ich vor dem Versuch nach meiner Gewohnheit überwiegend vegetarisch gelebt habe. Vor Beginn mit den Analysen hatte ich allerdings die für die 1. Versuchsperiode zuständige fleischhaltige Kost bereits drei Tage eingehalten. Kunz (12) hat ähnliches gesehen, wenn gewohnheitsmäßig starke Fleischesser auf

rein vegetarische Kost plötzlich umgestellt wurden. Ferner fällt bei der Betrachtung der Analysen auf, daß vom 2. bis 6. Analysentag der Harnquotient C:N konstant war und nur in der zweiten Dezimale sehr geringfügige Differenzen erkennen ließ. Der Harnquotient Vacat-0:N war in dieser Zeit ebenfalls sehr gleichmäßig; die ihm anhaftenden üblichen physiologischen Differenzen von Tag zu Tag, die bei ihm bekanntlich größer sind als C:N, überschritten aber nicht den Wert 0,1. Vom 4. Tag nach Vornahme der Diätänderung, d. h. vom 10. bis 13. Analysentag, war die gleiche Konstanz der Harnquotienten, wie sie eben geschildert wurde, zu beachten. Im Durchschnitt war bei der rein vegetabilischen Ernährung der Harnkohlenstoffgehalt im Gegensatz zu der Fleisch-Pflanzenkost minimal herabgesetzt. Der Harn-Vacat-0-Wert war stärker gesteigert und der Harnstickstoffwert wesentlich herabgesetzt.

Am 1. Tag des Uebergangsstadiums (7. Analysentag) war der Harnkohlenstoffwert dagegen erheblich gesteigert. Erst vom 2.Tage (8. Analysentag) des Uebergangsstadiums an hatte er dann die leicht erniedrigte Lage. Der Wert für Vacat-0 zeigte dagegen am 1. Tag des Uebergangsstadiums die Steigerung, die er nachher beibehielt. Der Harnstickstoffwert lag am 1. Tag des Uebergangsstadiums im Rahmen der Werte, die er vorher gehabt hatte. Dann am 2. und 3. Tag sank er allmählich, um dann unter Schwankungen auf dem erreichten Niveau stehen zu bleiben.

Bei der rein vegetabilischen Ernährung ist immer der Kotstickstoffgehalt erfahrungsgemäß größer als bei der gemischten oder der rein animalischen Nahrung. Diese Kotstickstoffvermehrung wird auch in meinem Versuch vorhanden gewesen sein. Sie kommt vor allem durch die Vermehrung des Sekretstickstoffes nach den bekannten Versuchen von Heupke (13) zustande. In der Tat war auch in meinem Versuch der Kot in der 1. Periode geformt und in der 2. Periode leicht breiig. Wenn man die 45 g Nahrungseiweiß — die Nahrungseiweißberechnung erfolgte nach den Tabellen von Schall (14) — durch 6,25 dividiert, erhält man als Tagesstickstoffration 7,2 g Stickstoff. Da in meiner 1. Versuchsperiode im Mittel 6,98 g Stickstoff mit dem Harn ausgeschieden wurde, dürfte ungefähr Stickstoffgleichgewicht oder wenn nicht gar eine schwache negative Stickstoffbilanz bestanden haben. In der 2. Periode betrug die Stickstoffausscheidung im Harn im Mittel 5,13 g. Bei dieser verringerten Harnstickstoffmenge kommt eine Negativität der Stickstoffbilanz sicher nicht in Frage, selbst wenn man für diese Periode eine vergrößerte Kotstickstoffmenge annimmt.

Methodisches.

Zur Umstellung des Stoffwechsels auf die gegebene Nahrungsform war es notwendig, mit mindestens drei Vorversuchstagen zu beginnen. Die darauf folgenden sechs Tage waren die Analysentage, an denen die 24stündige Harnmenge analytisch untersucht wurde zur Bestimmung von C, Vacat-0 und N. Daraus erfolgte die Ermittlung der Harnquotienten C:N und Vacat-0:N. Das Körpergewicht wurde täglich nach der Darm- und Blasen-Entleerung vor dem 1. Frühstück kontrolliert. Beim Wechsel zur Diät II tritt das Uebergangsstadium auf, in denen die Harnquotienten von ihren niedrigen Werten der 1. Periode den hohen Werten zustreben, die sie dann dauernd beibehalten. Diese Periode erforderte 7 Analysentage.

Der Kohlenstoff wurde nach Nicloux-Osuka (15), der Vacatsauerstoff nach Müller-Kanitz (16) und der Stickstoff nach der Halb-Mikromethode von Kjeldahl bestimmt.

Herrn Professor Dr. Bickel möchte ich für die Ueberlassung des Themas und seinen ständigen freundlichen Rat meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Literatur.

1. Spiro: Beitrag zur chem. Phys. u. Path. 10 1907.
2. Voit, C. v.: Zschr. für Biologie 1. 69, 109, 283, 1865. Zschr. für Biologie 2. 459, 1866.
3. Müller, H.: Klin. Wochschr. 48, 1926. Biochem. Zschr. 56, 186, 188, 451 1927. Biochem. Zschr. 213, 116, 1929.
4. Bickel: Virch. Arch. 259, 1926.
   Die Brotnahrung des deutschen Volkes und seines Heeres, 1937. Verlag Thieme, Leipzig.
   Ueber die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels. Verlag Schwabe u. Co., Basel 1938.
5. Kanai; Zschr. f. d. ges. exp. Medizin 88, 1933.
6. Grapentin: Zschr. f. d. ges. exp. Med. 90, 1933.
7. Machnitzky: Inaug.-Diss. Berlin 1935.
8. Bickel: Ueber die Beziehungen des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels. Verlag B. Schwabe u. Comp., Basel 1938.
9. Bickel: Dtsch. Med. Wschr. Nr. 7, S. 228.
10. Petrides: Inaug.-Diss. 1938, Berlin.
11. Stephani: nach dem Manuskript zitiert.
12. Kunz: Sitzungsbericht des Vereins der Aerzte in Zürich. Schw. Med. Wochschr. 1938, 10. Febr.
13. Heupke: Archiv für Hygiene und Bakteriologie, Bd. 114, 53, 1935. Med. Klin. 28, 1935.
14. Schall: Verlag Kabitzsch, 11. Aufl. 1935.
15. Osuka: Biochem. Zschr. 246, 104, 1932.
16. Müller: Biochem. Zschr. 249, 234, 1932. — 257, 361 1933.

Lebenslauf.

Am 3. Januar 1909 wurde ich, Kurt Karl Franz Tews, in Berlin-Wilmersdorf als Sohn des Schulhausmeisters Franz Tews und seiner Ehefrau Hedwig geb. Schallock geboren. Ich besuchte in Berlin die Bertram-Realschule und die Luisenstädtische Oberrealschule und bestand am 13. März 1930 die Reifeprüfung. In den Jahren 1930 bis 1936 studierte ich in Berlin Medizin. Während des darauffolgenden praktischen Jahres war ich im Städtischen Krankenhaus Berlin-Wilmersdorf und in der Berliner Charité tätig. Am 5. März 1937 erhielt ich die Bestallung als Arzt.